

í billu

H-2  
1

MÁLASAFN

541.3

FRUMÁE TLUN

um

HITAVEITU FRÁ REYKJAHVERFI TIL HÚSAVÍKUR

des. 1953

Z

Des. 1953

FRUMÁTLUN

um

HITAVEITU FRA REYKJAHVERFI TIL HÚSAVIKUR

## YFIRLIT YFIR NIÐURSTÖÐUR ÁÆTLUNARINNAR

Á Hveravöllum mun kleift að ná úr hverum um 75 l/sek. af sem næst 100°C heitu vatni, og telja má víst, að með borunum megi auka þetta vatnsmagn í 150 til 200 l/sek.

Gert er ráð fyrir því, að vatninu verði safnað í asbestpípur og leitt í dælustöð, er dælir því inn í aðveituæðina til Húsavíkur. Aðveituæðin er 10 þumlunga nþ asbestpípa, þ.e. pípa með 227 mm íþ. Fyrst í stað er dæluþrýstingurinn áætlaður 20 m vs, en gert er ráð fyrir að auka hann seinna upp í 70 m vs, og auk þess bæta annarri dælustöð við í um 10.600 m fjarlægð frá inntakinu. Með 20 m vs dæluþrýstingi flytur æðin fyrstu árin um 50 l/sek, en gert ráð fyrir vaxandi núningstuðli og þar af leiðandi auknum dæluþrýstingi, þegar tímar líða.

Aðveituæðina ber að einangra með 100 mm þykkri steinull og þekja með 250 mm þykkum snyddum, og er hið reiknaða hitafall með þessum útbúnaði um 7°C, þ.e. vatnið ætti að geta komið um 90°C heitt til Húsavíkur, ef miðað er við 50 l/sek rennsli. Til þess að hindra þrýstings sveiflur verður að hafa nokkra öryggisloka á aðveituæðinni.

Um 1.700 m frá enda aðveituæðarinnar er gert ráð fyrir þró til þrýstingsjöfnunar, og rennur vatnið frá henni inn í bæjarkerfið. Gera má ráð fyrir því, að seinna meir þurfi að hafa dælustöð við þróna.

Lágmarksvatnspörf til hitunar á Húsavík er með núverandi byggð áætluð 21 l/sek, en með fullri byggð samkvæmt skipulagi er hún áætluð 42 l/sek. Er þá gert ráð fyrir stöðugri hitun húsanna, þ.e. hitun allan sólarhringinn.

Lengd götuæða í bæjarkerfinu er 3.850 m en húsæða 1.900 m. Gert er ráð fyrir því, að bæjarkerfið sé einfalt stálpípukerfi, einangrað með steinull og lagt inn í asbestpípur. Gert er ráð fyrir millihiturum í hverju húsi.

Byggingarkostnaður hitaveitunnar er alls áætlaður 10,6 millj. króna, en reksturskostnaðurinn fyrstu árin 1,43 milljón króna. Ef gengið er út frá núverandi eldsneytiskostnaði á Húsavík samkvæmt áætlun hitaveitunefndar kaupstaðarins, getur hitaveitan raunverulega ekki staðið undir reksturskostnaðinum fyrr en byggðin á Húsavík hefur aukizt í 1.700 manns.

Ef vissum grundvallarreglum er fylgt virðist ekki ástæða að óttast ótímabærar skemdir á aðveituaðinni eða bæjarkerfinu af völdum tæringar. Veruleg efnissöfnun er talin ólíkleg, en jarðborunardeildin getur hinsvegar að óreyndu máli ekki útlokað með öllu þann möguleika, að efnissöfnun geti gert vart við sig, og valdið skemdum. Er því nauðsynlegt að þetta atriði verði athugað nánar, enda hefur nú verið komið fyrir að hveravöllum asbestpípulögn til rannsókna á tilhneigingu vatnsins til kísilfellingar.

## FRUMÁÆTLUN UM HITAVEITU FRÁ REYKJAHVERFI TIL HÚSAVIKUR

Fyrir beiðni bæjarstjórnar Húsavíkurkaupstaðar hefur jarðborunardeild raforkumálastjórnar ríkisins gert áætlun um hitaveitu frá Reykjahverfi til Húsavíkur, og er hér um frumáætlun í venjulegum skilningi að ræða, þ.e. áætlun um alla meginhluta mannvirkisins ásamt kostnaðar- og rekstursáætlun, en öllum minni háttar atriðum er hinsvegar sleppt. Fer þessi áætlun hér á eftir.

Við þessa áætlunargerð hefur jarðborunardeildin að sjálf-sögðu stuðzt við þá reynslu er fengin er við byggingu og rekstur hitaveitna hér á landi, en segja má, að hér sé um alltraustan grundvöll að ræða, enda þótt enn geti verið skiptar skoðanir um ýmis atriði.

### Hverasvæðið í Reykjahverfi

Samkvæmt athugunum er Rannsóknarráð ríkisins lét gera fyrir nokkrum árum er heildarvatnsmagn hverasvæðisins á Hveravöllum um 75 l/sek og skiptist það þannig:

1) Yztihver	27 l/sek	hiti 100°C
2) Strokkur	talið með nr. 1)	
3) Uxahver	16	"
4) Syðsti hver	18	"
5) Strútshver	<u>14</u>	"
Samtals	75 l/sek.	

Hverirnir 1) til 4) liggja á línu, sem er alls 340 metra löng, en Strútshver liggur í miðjum farvegi Helguár.

Hitinn, sem gefinn er, er yfirborðshiti hveranna, og ber að gæta þess, að þeir eru sjóðandi, og er að vissu leyti goshverir, en af því má draga þá ályktun, að aðrennslshitinn sé talsvert yfir 100°C, þ.e. líklega 120°C til 150°C.

Jarðborunardeildin hefur látið efnagreina vatnið frá Uxahver með eftirfarandi niðurstöðum, og er efnainnihald vatnsins frá Laugunum í Reykjavík gefið til samanburðar:  
(Sýnishornin voru tekin á fyrri hluta ársins 1947.)

		Uxahver	Laugarnar
Hiti	°C	100	88
pH		9,2	9,6
Eðlisviðnám, Ohmm við	25°C	3.260	3.500
Cl	mg/l	21,3	28,5
SO <sub>4</sub>	"	31,7	44,6
Harka	p.st.	0,84	0,56
Alkalítet pr/tot	mval/l	1,0/2,0	1.1/1,7
SiO <sub>2</sub>	mg/l	184	116
Steinefni alls	"	372	280

Enda þótt nokkur eðlismunur sé á Hveravöllum og Laugunum í Reykjavík er efnainnihald vatnsins tiltölulega líkt á báðum stöðum, enda verður að gera ráð fyrir, að vatnið sé í báðum tilfellum komið úr hinu tertíera blágrýti.

Það þarf ekki að draga í efa, að talsverðir möguleikar eru til þess að auka vatnsmagnið á Hveravöllum, og vill jarðborunardeildin fyrir sitt leyti gera ráð fyrir því, að rétt framkvæmdar boranir geti aukið vatnsmagnið upp í 150 til 200 l/sek. eða jafnvel meir. Er því augljóst, að Hveravöllir geta hitað margfalt stærri byggð en Húsavík og nágrenni.

### Áhrif hveravatns á pípu- og miðstöðvarkerfi

Við beina notkun hveravatns til hitunar er sem kunnugt oft hætt á því, að pípu- og miðstöðvarkerfin verði fyrir skemmdum af völdum tæringar og efnissöfnunar. Fer þetta að verulegu leyti eftir útbúnaði kerfanna og eiginleikum vatnsins, en nokkur þekking og reynsla er þegar fengin í þessum efnum hér á landi, og skal á þetta drepið í fáum orðum.

Orsakir tæringar- og efnissöfnunar. Ildi (súrefni) í hveravatninu er að sjálfsögðu veigamesta orsök tæringarinnar, en auk þess hafa hiti og eðlisviðnám vatnsins einnig talsverða þýðingu. Hveravatn, sem er kaldara en  $60^{\circ}\text{C}$  er þannig yfirleitt hættulítið enda þótt það innihaldi ildi, og áhrif ildisins koma fyrst fram við hærri hita. Þetta er þó að nokkru leyti háð eðlisviðnámi vatnsins, því að óeðlilega lágt eðlisviðnám getur örvað tæringu við lægri hita en  $60^{\circ}\text{C}$ , en þetta er þó undantekning þar sem eðlisviðnám hvera og laugarvatns er mjög sjaldan lægra en 2.000 Ohmcm miðað við  $25^{\circ}\text{C}$ .

Þegar hitinn er hærri en  $60^{\circ}\text{C}$  virðist tæringarhraðinn venjulega í beinu hlutfalli við ildismagn vatnsins, en auk þess vex hann einnig með minnkandi eðlisviðnámi. Veigamesta aðgerðin til þess að koma í veg fyrir tæringu er því að halda ildismagninu niðri, en þessu má ná með því að koma í veg fyrir, að hveravatnið geti tekið ildi í sig, og einnig með því að blanda vatnið efni, sem eyðir ildinu.

Venjulega er talsverður munur á tæringu járns og stáls. Þannig tærast stálpípur með miklum hraða á litlum afmörkuðum blettum, og geta því komið göt á þar á við og dreif, án þess að meginhluti pípunnar sýni veruleg merki um tæringu. Tæring steypu-járns fer yfirleitt fram á stærri svæðum, en með minni hraða.

Þar sem steypujárn í ofnum og pípum er yfirleitt mun þykkara en stál er tæring steypujárnsins ætíð verulega hættuminni.

Miðstöðvarofnar gerðir úr þunnum stálplötum, þ.e. hinir svokölluðu helluofnar, skemmast yfirleitt mjög ört af völdum hveravatns, og má segja að þeir séu algerlega ónothæfir til beinnar hitunar með hveravatni.

Efnissöfnunin er háð tæringunni og kísilsýruinnihaldi vatnsins. Þegar kísilsýruinnihaldið er ekki mikið, þ.e. innan við 150 til 200 mg/l, virðist tæringin orsaka efnissöfnunina, og virðist því þæga koma í veg fyrir efnissöfnun með því að hindra tæringuna. Innihaldi vatnið meira af kísilsýru virðist efnissöfnun geta komið fram óháð tæringu, og er líklegt, að kæling ein geti fellt kísilsýruna. Ekki er heldur ólíklegt, að smágerðar leiragnir geti örvað þetta.

Nokkur dæmi. Laugarveitan í Reykjavík er sem kunnugt elzt hinna stærri hitaveitna hér á landi. Hún var rekin um 20 ára skeið, án þess að verulegar truflanir kæmu fram, og á þetta vafalaust rót sína að rekja til þess, að vatnið frá Laugunum í Reykjavík inniheldur sáralítið ildi, og rekstri veitunnar var þannig hagað, að ildi gat ekki komist í vatnið. Vatnið er að vísu um 80°C heitt í kerfinu, en hið lága ildismagn kom í veg fyrir teljandi skemmdir. Þess ber einnig að gæta, að kísilsýrumagn vatnsins er ekki meira en 120 mg/l.

Hitaveita Reykjavíkur varð hinsvegar fyrir nokkrum skemmdum, einkum í húskerfunum, þegar á fyrstu starfsárunum, enda sýndu athuganir, að útbúnaði veitunnar var að ýmsu leyti áfátt og vatnið innihélt nokkuð ildi. Fyrir um 4 árum voru fyrir ráð sérfræðinganefndar gerðar nokkrar lagfæringar á veitunni, og auk þess var hafin blöndun afildandi efnis í vatnið. Þessar ráðstafanir virðast hafa borið nokkurn árangur og er nú minna um skemmdir en áður, en



um hinn endanlega árangur verður þó ekki fullyrt fyrr að nokkrum árum liðnum.

Vatnið, sem notað er í báðum framangreindum veitum er eins og áður getur 70°C til 80°C heitt og hefur tiltölulega hagstætt eðlisviðnám, þ.e. um 3.500 Ohmcm við 25°C í Laugarveitunni en um 4.500 Ohmcm í Hitaveitunni.

Þessi reynsla sýnir, að vatn með hagstæðu eðlisviðnámi og mjög lágu ildismagni getur gefið viðunandi árangur, þótt það sé yfir 70°C heitt, en hinsvegar er augljóst, að það er algerlega nauðsynlegt að halda ildismagninu niðri.

Þá má segja, að hættan á skemmdum sé einna mest í sjálfum húskerfunum, en þar er venjulega erfitt að framkvæma viðgerðir.

Hitaveitan í Ólafsfirði notar vatn með aðeins 50°C hita, og hafa þar engar skemmdir orðið af völdum innantæringar á pípum. Hitaveiturnar á Selfossi og á Sauðárkróki hafa enn ekki verið réknar nægilega lengi til þess að gefa ábyggilega reynslu.

Vatnið á Hveravöllum. Þegar gerður er samanburður á vatninu á Hveravöllum og vatninu í Laugarveitunni verður ljóst, að efnainnihaldið er tiltölulega líkt á báðum stöðum, en þó verður að telja vatnið á Hveravöllum nokkru óhagstæðara vegna lægra eðlisviðnáms og herra kísilsýrumagns. Enda þótt ekki sé ástæða til þess að telja þennan mun verulegan verður að óreyndu máli að gæta meiri varkárni við notkun vatnsins á Hveravöllum. Einkum ber að hafa kísilsýrumagnið í huga vegna þeirrar hugsanlegu efnissöfnunar, sem það getur valdið þegar vatnið er kælt verulega, þ.e. einkum í húskerfunum.

Jarðborunardeildin er því þeirrar skoðunar, að það sé að svo stöddu máli óvarlegt að gera ráð fyrir beinni hitun með vatninu frá Hveravöllum, og beri því á Húsavík að hafa millihitara í hverju húsi, eða jafnvel gera ráð fyrir lokuðu tvöföldu bæjar-

kerfi með hringrás.

Í þessu sambandi skal einnig á það bent, að tiltölulega mörg hús á Húsavík hafa helluofna, en þeir eru eins og þegar hefur verið dregið á, algerlega ónothæfir til beinnar hitunar með hveravatni.

Nú mun byggingarverð einfalds bæjarkerfis á Húsavík vera tæplega 2 milljón kr., en hið tvöfalda kerfi mun að líkindum vera um 1,5 milljón kr. dýrara. Hinsvegar er kostnaðurinn vegna millihitaranna vart yfir  $\frac{1}{2}$  milljón kr. og þessi kostnaður fellur ekki á hitaveituna, þar sem húseigendur verða væntanlega sjálfir að kosta millihitarana. Kostnaðaraukinn vegna hins tvöfalda kerfis er því tilfinnanlegur, einkum þar sem útlánsvextir eru tiltölulega mjög hárið hér á landi. Sé gengið út frá 6% til 7% útlánsvöxtum má raunverulega sýna fram á það, að einfalt bæjarkerfi með millihiturum í húsum er með 15 ára endingu fjárhagslega jafn hagstætt og tvöfalt kerfi, sem endist 50 ár eða meir.

Reynsla undanfarinna ára af hitun með vatni líku því, sem fæst á Hveravöllum, bendir til þess, að það sé óhætt að ganga út frá því, að tæring muni ekki valda verulegum skemmdum á kerfinu næstu 15 til 25 árin, ef vissum auðveldum grundvallarreglum er fylgt, en þær eru fyrst og fremst að halda vatninu ildissnaudu, og gæta þess, að veruleg kæling fari ekki fram í kerfinu. Verður því ekki annað séð, en að það sé forsvaranlegt að nota einfalt bæjarkerfi, og vill jarðborunardeildin því ganga út frá því, að hin fyrirhugaða hitaveita verði gerð með einföldu bæjarkerfi með millihiturum í hverju húsi.

Ekki virðist heldur bein ástæða að óttast efnissöfnun í bæjarkerfinu, en jarðborunardeildin verður hér að hafa þann fyrirvara, að það sé að óreyndu máli ekki hægt að útiloka með öllu þann möguleika, að efnissöfnun geti valdið truflunum. Telur

deildin því brýna nauðsyn, að gera tilraunir með efnissöfnun úr vatninu frá Hveravöllum.

Asbestpípur. Jarðborunardeildin hefur gert athuganir á endingu og annarri hegðun asbestpípa við flutning vatns með líkum eiginleikum og vatnið frá Hveravöllum. Hefur komið í ljós, að asbestpípurarnar verða ekki fyrir neinum skemmdum af völdum tæringar, og kísill virðist ekki falla frekar út í þær en stálpípur. Eru þeir aðilar, sem notað hafa asbestpípur yfirleitt sammála um gæði þeirra, enda þótt mönnum sé að sjálfsögðu ljóst, að hinn lági styrkleiki þeirra er nokkur galli.

Um efnissöfnun í asbestpípum verður að hafa sama fyrirvara, og hafður var hér að framan um stálpípurarnar í bæjarkerfinu.

#### Varma- og Vatnsþörf

Hámarksvarmaþörf Húsavíkurkaupstaðar er hér reiknuð út frá rúmmáli húsanna samkvæmt töflu, er bæjarverkfræðingur Húsavíkur hefur látið jarðborunardeildinni í té, og er hámarksþörfin miðuð við fulla hitun við verstu veðurskilyrði, þ.e. stöðuga hitun við 20°C innihita og -15°C útihita við fullt vindálag. Samkvæmt útreikningunum er þörfin alls 3,8 mkg<sup>o</sup>/st, eða um 2.900 kg<sup>o</sup>/st, íbúa. (ein mkg<sup>o</sup> = 10<sup>6</sup>kg<sup>o</sup>). Niðurstaðan er því allhá.

Nú er sem kunnugt ekki talið nauðsynlegt að miða vatnsþörf hitaveitna við hámarksálagið, þar sem framangreind veðurskilyrði eru fátið, og standa auk þess yfir aðeins tiltölulega stuttan tíma, þegar þau koma fyrir. Reynslan hefur sýnt, að það má raunverulega komast af með um 60% af hámarksvatnsþörfinni, án þess að það valdi teljandi óþægindum, og skal þessi vatnsþörf nefnd lágmarksvatnsþörfin. Er hún miðuð við stöðuga hitun við 20°C innihita og -5°C útihita og allt að 5 sýga veðurhæð. Þess skal

getið, að með<sup>4</sup>hliti köldustu mánaða er á Húsavík - 3°C til -4°C, og meðalveðurhæð yfirleitt ekki yfir 4 stig.

Að sjálfsögðu má ekki binda afköst hitaveitunnar við núverandi byggð, heldur verður veitan einnig að geta annast hitun þeirra húsa, sem byggð verða á næstu áratugum. Til þess að finna hina væntanlegu aukningu álagsins hefur jarðborunardeildin stuðzt við skipulagsuppdráttinn, og hefur áætlað, að með fullri byggð samkvæmt uppdrættinum verði að gera ráð fyrir álagsaukningu um 3,9 mkg<sup>o</sup>/st, þ.e. hámarksálagið verði alls 7,7 mkg<sup>o</sup>/st.

Við þessa útreikninga hefur ekki verið gert ráð fyrir neinum iðnaði við heita vatnið, en það er að sjálfsögðu engan veginn útilokað, að á Húsavík geti risið iðnaður, sem notar heitt vatn í ríkum mæli. Það væri því óvarlegt að miða vatnspörfina við framangreinda lágmarksvatnspörf. En að svo stöddu máli er ekki kleift að leggja fram neinar ábyggilegar áætlanir um iðnað, og er því ekki mögulegt að ræða þetta frekar. En við áætlun aðveituæðarinnar verður gengið út fra, að nokkuð vatnsmagn sé afgangs til iðnaðar. Er að sjálfsögðu rétt að hafa í huga, að vatnspörfin til hitunar er mikinn hluta ársins langt undir framangreindri lágmarkspörf, og getur iðnaður því fengið verulegt vatnsmagn heitari hluta ársins, enda þótt miðað verði við nokkuð takmarkað vatnsmagn á köldustu mánuðunum.

Út frá varmaálaginu er vatnspörfin síðan reiknuð og skal hér gengið út frá 30°C hitafalli í ofnunum við hámarksálagið. Er þá áætlað, að vatnið geti að meðaltali komið um 85°C heitt inn í húsin, en um 75°C heitt frá millihiturunum.

Það fer að vísu eftir stærð miðstöðvarofnanna í hverju húsi, hvort þeir geta hagnýtt um 30°C hitafall við hámarksálagið, en það er ekki forsvaranlegt að reikna með minnu hitafalli, og verður því að gera bá kröfu til húseigenda, að þeir stækki ofnana í þeim

í húsum, sem það er nauðsynlegt, ef þeir óska eftir, að veita fullnægi hámarksþörfinni. Ofnarnir munu hinsvegar vera nægilega stórir til þess að nýta  $30^{\circ}\text{C}$  hitafall við lágmarksálagið, og er því ekki nauðsynlegt að stækka þá, ef hitunin er yfirleitt miðuð við þetta álag.

Með þessu hitafalli verður hámarksvatnsþörfin við núverandi byggð um 35 l/sek, en um 70 l/sek við fulla byggð samkvæmt skipulaginu. Lágmarksvatnsþörfin til hitunar verður því 21 l/sek. við núverandi byggð, en 42 l/sek við fulla byggð samkvæmt skipulaginu.

### Bæjarkerfið

Af ýmsum ástæðum telur jarðborunardeildin rétt að miða afköst bæjarkerfisins við hámarksvatnsþörfina, einkum vegna þess, að kostnaður kerfisins er, innan þeirra marka, sem hér um ræðir, tiltölulega lítið háður því vatnsmagni, sem það flytur.

Vatnsþörf hinna einstöku húsa er eins og þegar hefur verið dregið á, reiknuð út frá rúmmáli þeirra, og er hún gefin í töflunni á bls. . Er þar reiknað í lítrum á mínútu. Auk þessa hefur vatnsþörf hinnar komandi byggðar verið áætluð út frá skipulagsuppdrettinum, og er hið samanlagða vatnsmagn lagt til grundvallar bæjarkerfinu. Er þá að sjálfsögðu gengið út frá því, að fyrst í stað verði aðeins byggðir þeir hlutar kerfisins, sem nauðsynlegir eru vegna núverandi byggðar, en pípuþærðir hinsvegar valdar þannig, að ekki þurfi að gera neinar breytingar, þegar byggðin eykst.

Hin endanlega áætlun um bæjarkerfið er sýnd á sérstökum uppdretti, og er þar gengið út frá eftirfarandi grundvelli.

Næsti staður við austurenda kerfisins er 21 metri, og er gert ráð fyrir allt að 6 metra vs þrýstingsfalli í húsum, einkum vegna hugsanlegra yfirfalla.

H Ú S A V Í K.

Húsnúmer eru skv. korti bæjarverkfærðings.  
 Vatnspörf er miðuð við -15° útihita og fullt vindálag.

Nr.	Rúmmál íbúðar m <sup>3</sup>	Vatnspörf l/mín.	Nr.	Rúmmál íbúðar m <sup>3</sup>	Vatnspörf l/mín.
1	326	10	50	97	4
2	500	13	51	326	10
3			52		
4			53	325	10
5	413	11	54	159	6
6	396	11	55	404	11
7	196	7	56	783	19
8	251	8	57	562	14
9	800	18	58	228	8
10	289	9	59	219	7
11	239	8	60	324	10
12	75	3	61	324	10
13	340	10	62	324	10
14	300	10	63	324	10
15	118	5	64	324	10
16	164	6	65	324	10
17	480	13	66	324	10
18	432	12	67	227	8
19	139	5	68	227	8
20	82	4	69	227	8
21	49	2	70	227	8
22	111	4	71	321	10
23	135	5	72	321	10
24	236	8	73	320	10
25	360	11	74	76	3
26	1394	29	75	131	5
27	776	18	76	194	7
28	113	4	77	94	4
29	213	7	78	91	4
30	189	7	79	259	8
31	702	10	80	238	8
32	715	17	81	139	5
33	1325	27	82	250	8
34	259	8	83	265	8
35	686	16	84	282	9
36	948	20	85	640	16
37	3349	10	86	176	6
38	875	19	87		
39	1376	28	88	2209	7
40	417	12	89	579	14
41	194	7	90	465	13
42	360	11	91	620	15
43	540	14	92	739	17
44	165	6	93	635	16
45	1120	23	94	301	10
46	4350	85	95	263	8
47	591	15	96	116	5
48	569	14	97	90	4
49	258	8	98	449	13
	308	10	99	281	9

## H Ú S A V Í K.

Húsnúmer eru skv. korti bæjarverkfræðings.  
 Vatnsþörf er miðuð við  $-15^{\circ}$  útihita og fullt vindálag.

Nr.	Rúmmál íbúðar m <sup>3</sup>	Vatnsþörf l/mín.	Nr.	Rúmmál íbúðar m <sup>3</sup>	Vatnsþörf l/mín.
100	398	11	151		
101	242	8	151	125	5
102	91	4	152	332	10
103	87	4	153	314	10
104	128	5	154	360	11
105	195	7	155	433	12
106	689	16	156		
107	168	6	157	280	9
108	148	5	158	546	14
109	314	10	159	1675	32
110	262	8	160	559	14
111	442	12	161	660	16
112	640	16	162	725	17
113	232	8	163	346	10
114	181	7	164	441	12
115	328	10	165	447	13
116	215	7	166	435	12
117	234	8	167	471	13
118	230	8	168	635	16
119	123	5	169	511	13
120	163	6	170	633	16
121	398	11	171	729	17
122	455	13	172	509	13
123	750	17	173	601	15
124	364	11	174	528	14
125	457	13	175	423	11
126	450	13	176		
127	662	16	177	151	5
128	201	7	178	90	4
129	649	16	179	95	4
130	331	10	180	272	9
131	380	11	181	301	10
132	391	11	182	223	8
133	255	8	183	200	7
134	197	7	184	237	8
135	197	7	185	274	9
136	1093	23	186	646	16
137	700	17	187	521	14
138	276	9	188	217	7
139	621	15	189	260	7
140	173	6	190	336	10
141	162	6	191	144	5
142	276	9	192		
143	287	9	193	932	20
144	326	10	194	150	5
145	479	13	195	184	7
146	311	10			
147	1607	31			
148	956	26			
149	656	16			
150	1154	25			

Síðan eru pípuþærðir valdar þannig, að núningsviðnám frá inntaki í bæjarkerfið og út á enda sé með nýjum pípum 12,5 m vs, og verður heildarþrýstingurinn við inntakið því alls 39,5 m vs. Þetta tiltölulega lága núningsviðnám er valið með hliðsjón af því, að tæring og efnissöfnun geta aukið það, og er hér gert ráð fyrir, að núningsviðnámið geti tvöfaldast eftir 15 til 25 ára notkun, þ.e. heildarþrýstingurinn við inntak verði þá um 52 m vs.

Ekki þykir hyggilegt, nema á einum stað, að nota grennri pípur en 2 þumlunga íþ, enda þótt grennri pípur myndu nægja. Í fyrsta lagi er hluti pípunnar af heildarkostnaði hvers lengdar- metra götuæðanna orðinn mjög lítill, þegar þvermál pípunnar er um eða undir 2 þumlungum íþ, og er því óhyggilegt að nota mjög grannar pípur, þar sem aldrei verður með vissu útilokað að síðarmeir þurfi að gera breytingar á kerfinu. Öllu veigameira er þó, að efnissöfnun og tæring valda hlutfallslega mestum skemmdum og truflunum í hinum grennstu pípum, og er því augljóst, að vegna öryggis má ekki nota of grannar pípur.

Gert er ráð fyrir sama fyrirkomulagi á götuæðunum og nú er notað á Sauðárkróki, þ.e. stálpípur eru einangraðar með steinull og lagðar inn í asbestpípur, sem verja einangrunina raka. Asbestpípur hafa reynst hentugri og ódyrari stokkar en hinir venjulegu steiptu stokkar, sem notaðir hafa verið fram á síðustu ár hér á landi.

Með þessum frágangi er hægt að halda hitafallinu í sjálfum götuæðunum um eða innan við 5°C.

Gert er ráð fyrir húsaðym af venjulegri gerð, þ.e. 3/4 þumlungs íþ stálpípær, einangraðar með steinull og tjörupappa. Ryðverjandi húð verður að bera á pípurnar. Það getur verið athugandi að nota asbestpípur í húsaðarnar, en um þetta skal



ekki rætt að sinni, þar sem það skiptir ekki máli fyrir heildar-  
kostnað bæjarkerfisins. Gera má ráð fyrir, að hitafallið í  
húsaðunum geti víða orðið um  $2^{\circ}\text{C}$ , en þetta mun þó allbreytilegt  
eftir aðstæðum. Heildarhitafallið í bæjarkerfinu mun því víðast  
vera innan við  $7^{\circ}\text{C}$ .

### Aðveituæðin

Aðveituæðin, þ.e. pípulögnin frá Hveravöllum til Húsavíkur  
þarf samkvæmt mælingum bæjarverkfræðingsins að vera 18.660 metra  
löng. Hæð inntaksins er 142 metrar, en hæðin við inntak í bæjar-  
kerfi er 23 metrar, þ.e. fallið er alls 119 metrar.

Ekki er um annað að ræða en að gera aðveituæðina úr asbest-  
pípum. Stálpípur yrði að leggja í steypa stokka, en kostnaður  
stokksins eins myndi vera meiri en kostnaður allrar asbestpípu-  
lagnarinnar. Og frá efnafræðilegu sjónarmiði virðist ekkert  
mæla á móti asbestpípunum, eins og þegar hefur verið dregið á,  
eini galli þeirra er hinn lági styrkleiki en hann er að sjálf-  
sögðu veigamikilið atriði þegar um langar pípulagnir er að ræða.

Vegna landfræðilegra aðstæðna, og einnig af öðrum ástæðum  
telur jarðborunardeildin heppilegast, að vatnið renni inn í  
bæjarkerfið frá sérstakri þró, sem verður að vera í 60 m hæð,  
þ.e. í um 1.700 m fjarlægð frá inntakinu í kerfið, ef stuðzt  
er við hinn melda þverskurð aðveituæðarinnar. Þessi þró yrði  
fyrst og fremst til þrýstingsjöfnunar, og er það nauðsynlegt,  
þar sem fall þverskurðsins er mest á síðustu 1.600 metrunum.

Frá Hveravöllum að þrónni er því um 17.000 m og fallið  
alls 82 m, en hið reikningslega fall frá þrónni til inntaksins  
í bæjarkerfið er hinsvegar aðeins  $60-52 = 8$  m., ef miðað er við  
mesta rennsli í bæjarkerfinu, og mestu áætlaða þrýstingshæð, þ.e.

þrýstingshæðina eftir 15 til 25 ára notkun bæjarkerfisins. Hið tiltækilega þrýstingsfall er hinsvegar verulega meira, ef aðeins er miðað við núverandi byggð og nýtt bæjarkerfi, og mun það þá vera um 30 m.

Hæðarþverskurði aðveituæðarinnar er þannig háttað í nágrenni Hveravalla, að ekki verður komizt hjá því að dæla vatninu undir nokkrum þrýstingi inn í æðina. Við sjálfrennsli kæmi fram undirþrýstingur í æðinni á nokkrum stöðum, en hann myndi vafalaust hafa suðu vatnsins í för með sér og þannig hættu á <sup>CV</sup>kvættation, sem er hættuleg vegna skemmda á pípunni. Er því sjálfsagt að reikna með því, að vatninu verði dælt inn í æðina með nokkrum þrýstingi. Samkvæmt athugunum jarðborunardeildarinnar kemur við þessar aðstæður til greina að nota 9, 10 eða 12 þumlunga nþ asbestpípur, en hið raunverulega innra þvermál þeirra er 207 mm, 227 mm og 287 mm. Er þá reiknað með "Class C" pípum, sem hafa 180 m vs prófþrýsting, og 90 m vs vinnuþrýsting.

Þrýstingurinn við inntakið þarf að vera a.m.k. 10 m vs til þess að hindra örugglega undirþrýsting, en ekki er þó ástæða að hafa hann minni en 20 m vs. Þá má að sjálfsögðu einnig nota meiri inntaksþrýsting til þess að dæla meiru vatni en ekki virðist þó hyggilegt að hafa hann meiri en 70 m vs vegna styrkleika pípunnar. Til þess að dæla enn meiru vatni má loks hafa dælur á fleiri en einum stað á æðinni. Jarðborunardeildin telur þó vart hyggilegt að reikna með fleiri en 2 dælustöðum alls, þar sem dælur þurfa ætíð nokkuð viðhald og geta aldrei verið fyllilega öruggar í rekstri. Þessa seinni dælustöð ber að hafa í 8.000 fjarlægð frá úttaki pípunnar, eins og sýnt er á uppdrættinum á bls.

Inntaksþrýstingurinn við þessa seinni dælustöð ætti ekki að vera hærri en 70 m vs af sömu ástæðum og þegar hefur verið dregið á. Er því reiknað með að til mála komi að leggja alls á æðina 20 m, 70 m og 140 m vs. þrýsting, auk þrýstingsfallsins vegna hæðarmuns milli inntaks og úttaks en hann er um 80 m vs.

Reikna verður með því, að flutningsgeta aðveitumæðarinnar geti rýrnað með tímanum, einkum vegna hugsanlegrar efnissöfnunar, og er deildin þeirrar skoðunar, að það sé hyggilegt að reikna með tvöföldun múningsstuðulsins eftir 15 til 25 ára notkun þ.e. rýrnun flutningsgetunnar um nálega 40%. Að sjálfsögðu er engan veginn fullvíst, að þessi rýrnun eigi sér stað. En þar sem engin reynsla er fyrir hegðun vatnsins frá Hveravöllum verður að svo stöddu máli að reikna með henni, og jarðborunardeildin vill leggja á það áherzlu, að það er jafnvel ekki hægt að útiloka þann möguleika, að efnissöfnunin geti orðið meiri en hér hefur verið rætt um. Þessi óvissa um hegðun vatnsins er raunverulega mesta vandamál hinnar fyrirhuguðu hitaveitu.

Eins og áður er getið er helzta vörnin gegn efnissöfnun að einangra pípunna vel þannig, að veruleg kæling vatnsins fari ekki fram, enda er af öðrum ástæðum eðlilegt að leggja ríka áherzlu á góða einangrun.

Deildin telur heppilegast að einangra pípunna með steinull, vefja steinullina síðan með tjörupappa, og þekja loks alla pípunna með hæfilega þykkum snyddum. Loks er gert ráð fyrir því, að pípan verði lögð á hæfilega gerða jarðvegsundirstöðu. Útreikningar sýna, að hæfilegt er að reikna með 100 mm þykkri einangrun og um 250 mm þykkri þekju.

Við rennslisbreytingar í löngum pípum kemur sem kunnugt fram þrýstingsaukning (water hammer), en þetta er einkum hættulegt í asbestpípum. Verður því að hafa í pípunni hæfilega marga öryggisloka,

sem hleypa vatninu úr henni, þegar þrýstingurinn fer yfir ákveðið mark. Getur komið til mála að hafa milli 10 og 20 loka, en að sinni skal ekki um þetta rætt, enda þótt reiknað verði með kostnaði vegna lokanna.

Á grundvelli þess, sem hér hefur verið sagt skal flutningsgeta, dæluorka og hitafall reiknað við hinar ýmsu aðstæður og pípuþærðir og eru niðurstöðurnar gefnar í eftirfarandi töflu:

AÐVÆITUÆÐIN

	<u>9 þumlunga nb</u>			<u>10 þumlunga nb</u>			<u>12 þumlunga nb</u>		
	1) l/sek.	2) kw	3) °C	1) l/sek	2) kw	3) °C	1) l/sek	2) kw	3) °C
<u>I) Dælubrýstingur 20 m vs</u>									
a) Ný pípa	39	15	9	50	14	7	92	30	5
b) Áætlað eftir 15 til 25 ár	28	10	12	35	12	11	65	22	6,5
<u>II) Dælubrýstingur 70 m vs</u>									
a) Ný pípa	49	55	8	64	75	6	113	130	4
b) Áætlað eftir 15 til 25 ár	35	40	11	45	50	8	80	90	5
<u>III) Dælubrýstingur 140 m vs (smt)</u>									
a) Ný pípa	61	140	6	79	180	5	137	310	3
b) Áætlað eftir 15 til 25 ár	43	100	8	56	130	7	97	220	4,5

1) = Rennslíð í pípunni

2) = Dæluafli

3) = Hitafall í allri æðinni

Við útreikning á hitafallinu er hitaleiðni steinullarinnar áætluð

k = 0,1 kg<sup>o</sup>/m<sup>o</sup>st, °C.

Þegar litið er yfir niðurstöðutölur töflunnar á bls. verður ljóst, að 9 þumlunga nþ pípa gæti með einni dælustöð flutt nægilegt vatnsmagn til þess að hita núverandi byggð á Húsa- vík við versta veðurfar, og með því að bæta við einni dælustöð, þegar fram í sækir, getur þessi pípulögn væntanlega einnig flutt nægilegt vatnsmagn til þess að fullnægja 60% af hámarksvarmaþörf allrar byggðarinnar samkvæmt skipulaginu, þ.e. fullnægt lármarks- varmaþörfinni. Hinsvegar yrði á kaldasta tíma ekki heitt vatn afgangis til iðnreksturs. Má því segja, að þessi pípuvídd geti komið til greina, en hún er þó í minnsta lagi.

10 þumlunga nþ pípa gæti hinsvegar með einni dælustöð flutt 11 til 15 l/sek fram yfir hámarkspörfina við núverandi byggð og með tveim dælustöðvum gæti hún væntanlega flutt um 13 l/sek fram yfir lármarkspörf allrar byggðarinnar samkvæmt skipulaginu. Þessi pípuvídd virðist því að ýmsu leyti hæfileg.

12 þumlunga nþ pípa gæti hinsvegar flutt verulega meira vatnsmagn en þörf er fyrir, og virðist þessi pípuvídd því of mikil, enda er kostnaður 12 þumlunga nþ pípa talsvert hærri en 10 þumlunga nþ pípa. Við þennan samanburð er þó að gæta þess, að raforkuþörf 10 þumlunga nþ pípunnar er meiri, og dregur það að sjálfsögðu úr kostnaðarmuninum þegar fram í sækir.

Með hliðsjón af því, sem hér hefur verið sagt telur jarð- borunardeildin heppilegast að reikna með því, að aðveituæðin verði gerð úr 10 þumlunga nþ asbestpípu með einni dælustöð við inntakið, fyrst um sinn, en síðar verði annarri dælustöð bætt við þegar þörf krefur. Staðsetning seinni dælustöðvarinnar er sýnd á uppdrættinum á bls.

Sá hluti aðveituæðarinnar er flytur vatnið frá þrónni inn í bæjarkerfið skal vera jafnvíður hinum hluta æðarinnar, þ.e.

gerður úr 10 þumlunga nþ asbestpípu. Gera verður ráð fyrir þeim möguleika, að síðar meir þurfi að hafa dælustöð við þróna til þess að þrýsta vatninu inn í bæjarkerfið, en þetta fer þó eftir hegðun stálpípanna í kerfinu, og er ekki gert ráð fyrir þessari dælustöð í kostnaðaráætluninni.

#### Vatnssöfnun á Hveravöllum

Gert er ráð fyrir því, að heita vatninu verði safnað í asbestpípur frá hinum einstöku hverum á Hveravöllum, og það síðan leitt inn í dælustöðina, er þrýstir því inn í aðveituæðina.

Komið getur til mála að taka vatnið frekar með borholum en úr sjálfum hverunum en þetta atriði þarf að rannsaka betur. Kostnaður við þessar boranir yrði væntanlega ekki mikill, og er hann ekki reiknaður með í kostnaðaráætluninni.

#### Kostnaðar- og Rekstursáætlun

Kostnaðaráætlun hitaveitunnar er gerð með hliðsjón af núverandi verðlagi, og fer hún hér á eftir. Til samanburðar eru kostnaðaráætlanir fyrir hitaveituna með 9 og 12 þumlunga nþ pípum í aðveituæðinni einnig gefnar, til þess að þær séu til taks, ef ástæða þykir til að breyta um pípuviðd.

## KOSTNADARÁSTLUN

UM

### BITAVEITU FRÁ REYKJANVERFI TIL HÚSAVIKUR

A) Veita með 10 þumlunga nð asbest-aðveituað og dælustöð á Hveravöllum.

#### 1) Bæjarkerfi

a) Pípur, lokar, þennslustk. ofl.	kr.	390.000,-	
b) Asbestpípur og bútar	"	530.000,-	
c) Steinull til einangrunar	"	80.000,-	
d) Vinna við götuæðar	"	600.000,-	
e) Brunnar (efni og vinna)	"	250.000,-	
f) Húsæðar (efni og vinna)	"	<u>150.000,-</u>	
Samtals	kr.	2.000.000,-	kr. 2.000.000,-

#### 2) Aðveituað

a) Asbestpípur	"	3.200.000,-	
b) Steinull og efni til einangr.	"	800.000,-	
c) Endabrunnur og öryggislokar	"	150.000,-	
d) Dælustöð	"	100.000,-	
e) Vinna (pípa og undirstaða)	"	<u>2.000.000,-</u>	
Samtals	kr.	6.250.000,-	kr. 6.250.000,-

#### 3) Annað

a) Vatnssöfnun við hverri	"	200.000,-	
b) Verkfræðistörf og stjórn	"	<u>330.000,-</u>	
Samtals	kr.	530.000,-	kr. 530.000,-

#### 4) Vaxtatap og ófyrirséð

			<u>kr. 1.820.000,-</u>
Samtals	kr.	10.600.000,-	



KOSTNADARAÆTLUN

um

HITAVEITU FRÁ REYKJAHVERFI TIL HUSAVIKUR

B) Veita með 9 þumlunga nb asbest-aðveituæð og dælustöð á Hveravöllum

1) Bæjarkerfi

Sama og á bls. 2.000.000,-

2) Aðveituæð

a) Asbestpípur 2.700.000,-

b) Steinull og efni til einangrunar 750.000,-

c) Endabrunnur og öryggislokar 150.000,-

d) Dælustöð 100.000,-

e) Vinna (pípa og undirstaða) 1.920.000,-

Samtals 5.620.000,- 5.620.000,-

3) Annað

a) Vatnssöfnun við hverfi 200.000,-

b) Verkfræðistörf og stjórn 300.000,-

Samtals 500.000,- 500.000,-

4) Vaxtatap og ófyrirséð

1.680.000,-

Samtals 9.800.000,-

## KOSTNAÐARÁÆTLUN

um

### HITAVEITU FRA REYKJAHVERFI TIL HÚSAVIKUR

#### C) Veita með 12 þumlunga nþ asbest-aðveituæð og dælustöð á

##### Hveravöllum

#### 1) Bæjarkerfi

Sama og á bls.

kr. 2.000.000,-

#### 2) Aðveituæð

a) Asbestpípur kr. 4.500.000,-

b) Steinull og efni til einangr. " 950.000,-

c) Endabrunnur og öryggislokar 200.000,-

d) Dælustöð " 100.000,-

e) Vinna (pípa og undirstaða) " 2.150.000,-

Samtals 7.900.000,- kr. 7.900.000,-

#### 3) Annað

a) Vatnssöfnun við hverri 200.000,-

b) Verkfræðistörf og stjórn 370.000,-

Samtals 570.000,- " 570.000,-

#### 4) Vaxtatap og ófyrirséð

" 2.130.000,-

Samtals kr. 12.600.000,-

Það er að sjálfsögðu nokkrum örðugleikum bundið að áætla árlegan stofnfjáarkostnað hinnar fyrirhuguðu hitaveitu, þar sem vaxtakjör eru nokkuð á reiki. Útlánsvextir Landsbankans eru að vísu 7%, en hin stóru mannvirki, er reist hafa verið hér á landi síðustu árin hafa hinsvegar notið nokkuð hagstæðari kjara, og má því ekki útiloka þann möguleika að hitaveitan geti einnig náð betri kjörum. Að athuguðu máli vill jarðborunardeildin ganga út frá 6% vöxtum, enda þótt segja megji, að það sé engan veginn fullvíst, að slík kjör fái st. Þá telur deildin rétt að ganga út frá 15 ára fyrningu mannvirkisins, og viðhaldi, sem nemur tæplega 2% af stofnkostnaði á ári. Rekstursáætlun fyrir fyrstu ár hitaveitunnar verður þá:

1) Vextir, 6% af 10,6 millj. kr.	kr. 636.000,-
2) Fyrning, 15 ár með 6% vöxtum	" 454.000,-
3) Raforka, = 25 kwár á 1.600 kr/kwár	" 40.000,-
4) Viðhald, um 2% af 10,6 millj. kr.	" 200.000,-
5) Stjórn og umsjón	" 100.000,-

Samtals kr.1.430.000,-

Samkvæmt athugunum hitaveitunefndar Húsavíkur notar kaupstaðurinn nú um 1.570 tonn af kolum og 325 tonn af gasolíu til hitunar á ári, en andvirði þessa eldsneytis mun vera um 1,1 millj. kr. Verður af þessu ljóst, að hitaveitan mun raunverulega ekki skila nægum tekjum fyrr en byggðin á Húsavík er orðin um 1.700 manns, ef miðað er við að hitun með heita vatninu verði ekki dýrari en núverandi hitun. Með núverandi byggð yrði að selja vatnið fyrir hlutfallslega 30% herra verð en kol og olíu, ef tekjur eiga að hrökkva fyrir útgjöldum, þ.e. verðið yrði að vera um 6,00 kr/m<sup>3</sup>, en til samanburðar skal þess getið, að Hitaveita Reykjavíkur selur vatnið nú á 3,00 kr/m<sup>3</sup>.

Þessi samanburður er þó hvergi nærri fullnægjandi til þess að

skera úr um það, hvort það sé hagkvæmt fyrir Húsavíkurkaupstað að byggja hitaveituna. Verður að sjálfsögðu að hafa í huga, að hitaveitan er til mikilla þæginda, og sparar erlendan gjald-eyri, og getur væntanlega stutt fmsan iðnað á Húsavík. Þá verður einnig að gera sér ljóst, hve ört byggðin eykst.

Jarðborunardeildin vill fyrir sitt leyti ekki drepa nánar á þessi atriði, enda er markmið frumáætlunarinnar ekki annað en að leggja fram ábyggilega áætlun um byggingarkostnað og rekstur mannvirkisins.

Reykjavík, 27 des. 1953

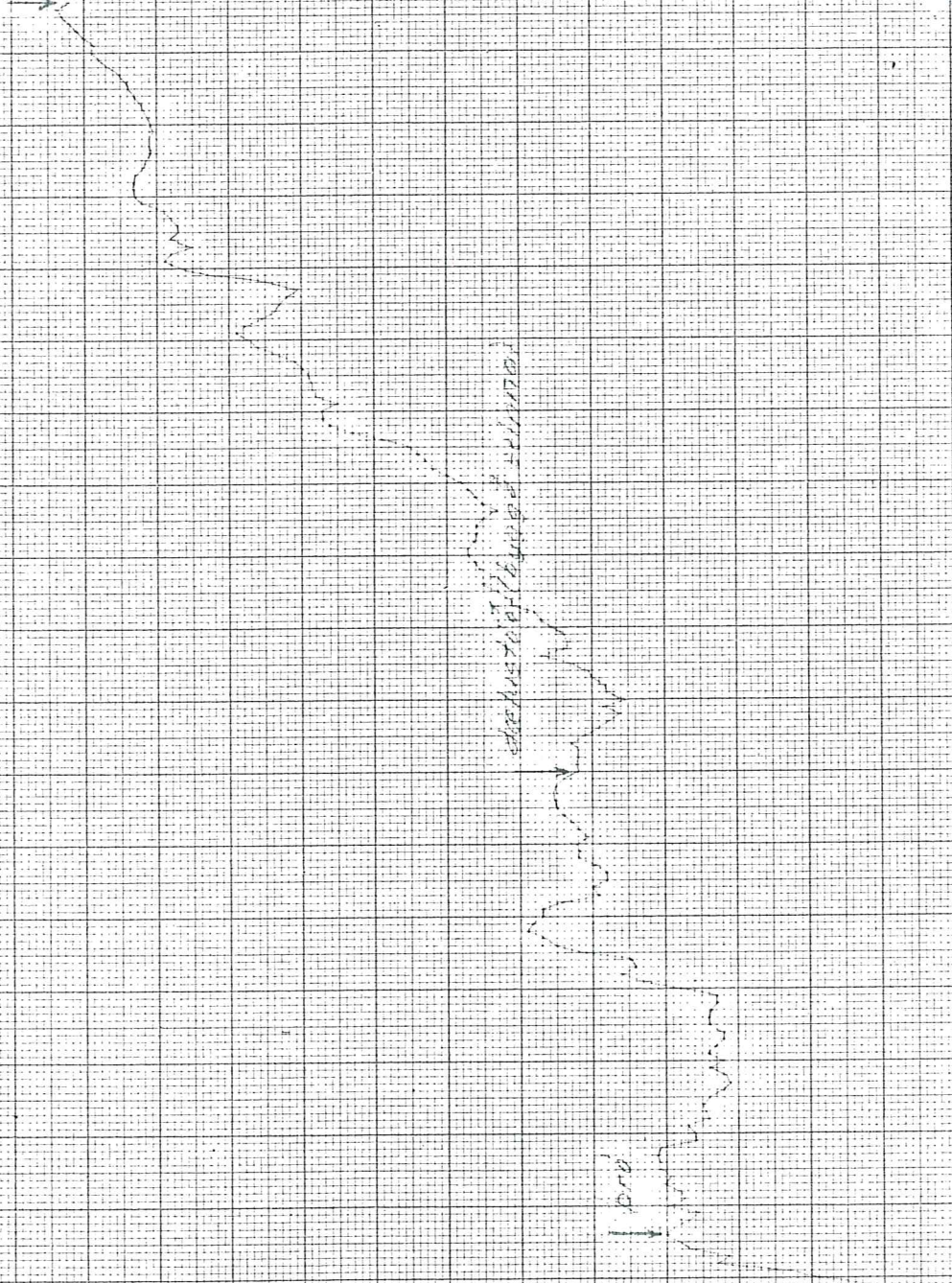
Gunnar Böðvarsson

1000  
1000  
1000

1000  
1000  
1000

1000  
1000  
1000

1000  
1000  
1000



1000  
1000  
1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000